

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-284274

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H01F 41/02

H02K 1/06

H02K 1/22

(21)Application number : 2002-080116

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 22.03.2002

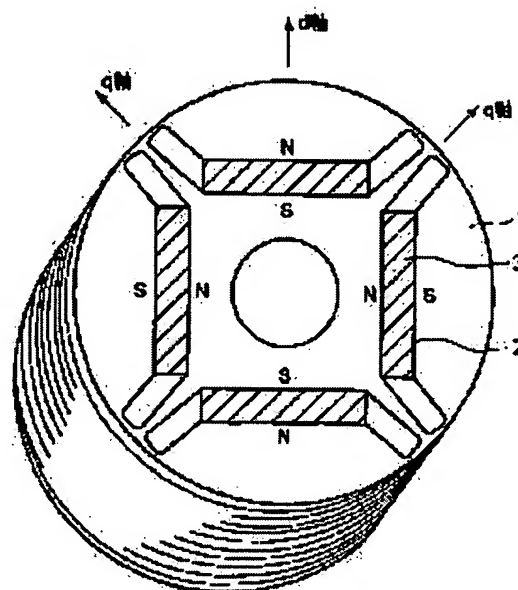
(72)Inventor : MOGI TAKASHI
WAKIZAKA TAKEAKI
KAIDO TSUTOMU
YABUMOTO MASAO

(54) ROTOR FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a size reduction and increase efficiency in a permanent magnet synchronous motor with permanent magnets are embedded in the rotor body by further increasing the torque on the rotor.

SOLUTION: Die-cut pieces of unidirectional electromagnetic steel sheets are layered to form the rotor, within which $2n$ plate-form permanent magnets are placed equidistant around the circumference and close to the periphery in such a way that the N pole and the S pole are alternately positioned when seen from the outside of the rotor. The unidirectional electromagnetic steel sheets are turned and layered uniformly so that the rolled direction is parallel to one of the n number of low magnetic resistance directions (q axis) to form the rotor core of the motor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-284274

(P2003-284274A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 K 5 E 0 6 2
H 0 1 F 41/02		H 0 1 F 41/02	B 5 H 0 0 2
H 0 2 K 1/06		H 0 2 K 1/06	A 5 H 6 2 2
1/22		1/22	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2002-80116 (P2002-80116)

(22) 出願日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 茂木 尚

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(72) 発明者 脇坂 岳顕

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 代理人 100068423

弁理士 矢葺 知之 (外1名)

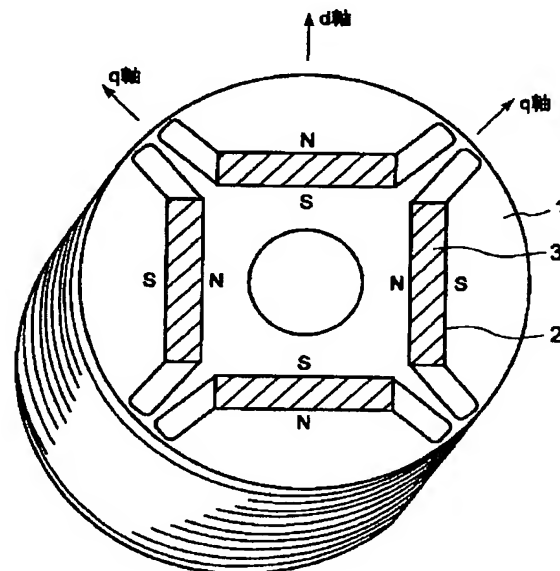
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石同期モータのロータ

(57) 【要約】

【課題】 ロータ本体に永久磁石を埋め込むタイプの永久磁石同期モータのロータにおけるトルクをさらに高くして小型化を可能とし、かつ効率を上げること。

【解決手段】 一方向性電磁鋼板の打ち抜き片を積層してなるロータ本体の外周近傍の内側へ、 $2n$ 個の板状の永久磁石を円周方向に等間隔に、ロータ外側から見てN極、S極を交互に配設し、一方向性電磁鋼板の圧延方向がロータの n 本の低磁気抵抗方向 (q軸) のいずれかと平行になるように均等に廻し積してモータのロータ鉄心を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方向性電磁鋼板の打ち抜き片を積層してなるロータ本体の外周近傍の内側へ、 $2n$ 個の板状の永久磁石を円周方向に等間隔に、ロータ外側から見てN極、S極を交互に配設した永久磁石同期モータのロータにおいて、一方向性電磁鋼板の圧延方向がロータの n 本の低磁気抵抗方向（ q 軸）のいずれかと平行になるように均等に廻し積みされたことを特徴とする永久磁石同期モータのロータ。

【請求項2】 ロータ本体の隣接する永久磁石間の、永久磁石非配置部のロータ外縁とステータとのギャップを永久磁石配置部のロータ外縁とステータとのギャップよりも小さくした段付きギャップ構造を有することを特徴とする請求項1に記載の永久磁石同期モータのロータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は効率改善を図った各種永久磁石同期モータのロータに関するもので、詳しくはロータの低磁気抵抗方向（ q 軸）と平行になるよう、一方向性電磁鋼板を積層したロータに関する。

【0002】

【従来の技術】ロータ本体に永久磁石を埋め込んだリラクタンスモータのロータは既に広く用いられている。例えば、特開平10-112965号公報に記載のロータがある。この公報に記載のロータは、高透磁率材料のコアシートで外周円に対して逆方向に湾曲する凹溝を多層に配置したものを周方向に複数等間隔で配設し、凹溝の一部に永久磁石を埋め込んだものである。また、電磁鋼板の積層体を永久磁石の周りを囲むように埋め込んだ永久磁石同期モータとして特開2000-201445号公報に記載のロータがある。更に、ロータに一方向性電磁鋼板を用いた例としては特開平10-248220号公報、特開平10-257702号公報がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】特開平10-112965号公報に開示のロータは、上述の構成により d 軸インダクタンス L_d と q 軸インダクタンス L_q の比、つまり L_d/L_q が大きくとられており、大きなトルクを得ることができる。一方、多くの湾曲した細い溝に永久磁石を埋め込むために、製造に手間がかかりコストも高いという問題がある。また、特開2000-201445号公報記載のロータにおいては、磁力線整流用に電磁鋼板をU字型にして取り囲む対象である永久磁石を矩形状にし、より簡易に製造できコストも低くなった。また、*

$$T = P_n \{ \Psi_a i_q + (L_d - L_q) i_d i_q \} \quad (\text{式1})$$

である。ここで、 P_n ：極対数、 Ψ_a ：永久磁石による電機子鎖交磁束、 L_d 、 L_q ： d 軸、 q 軸インダクタンス、 i_d 、 i_q ：電機子電流の d 、 q 成分である。 i_d 、 i_q はモータの構成材料、形状以外の制御要因であり、 Ψ_a は永久磁石の種類によって決定されるのでロータの鉄心に

*リラクタンスモータのロータにおいても磁気特性に異方性のある一方向性電磁鋼板を用いる例（特開平10-248220号公報）や、永久磁石をロータの突起部に配置し、トルクを上げる例（特開平10-257702号公報）も見られる。しかしながら、さらなる高トルク化がモータの小型化に必要である。

【0004】本発明の目的は、上記問題に鑑み、ロータ本体に永久磁石を埋め込むタイプの永久磁石同期モータのロータにおけるトルクをさらに高くして小型化を可能とし、かつ効率を上げることが可能なロータを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の具体的な手段は以下の通りである。

(1) 一方向性電磁鋼板の打ち抜き片を積層してなるロータ本体の外周近傍の内側へ、 $2n$ 個の板状の永久磁石を円周方向に等間隔に、ロータ外側から見てN極、S極を交互に配設した永久磁石同期モータのロータにおいて、一方向性電磁鋼板の圧延方向がロータの n 本の低磁気抵抗方向（ q 軸）のいずれかと平行になるように均等に廻し積みされたことを特徴とする永久磁石同期モータのロータ。

(2) ロータ本体の隣接する永久磁石間の、永久磁石非配置部のロータ外縁とステータとのギャップを永久磁石配置部のロータ外縁とステータとのギャップよりも小さくした段付きギャップ構造を有することを特徴とする

(1)に記載の永久磁石同期モータのロータ。

【0006】

【発明の実施の形態】すでに述べたように、現状のモータの効率向上、出力トルクの増大、形状の小型化等を図るためには、永久磁石同期モータにおいて、①永久磁石から発生する磁束量、および② L_q/L_d 比を大きくしなければならない。本発明者らはロータ部位の材料に注目し、後者の L_q/L_d 比をさらに上げる手法を効果的に実現するため鋭意研究を行った。

【0007】その結果、ロータ本体内で磁束の流れる方向を制御し、 L_q/L_d 比を大きくすることを考えたとき、発明者らは q 軸方向に透磁率の高い特性が出るように材料を配置すればよいとの知見に至った。実験を行ったところ、 q 軸方向に一方向性電磁鋼板の磁化容易方向（圧延方向）を向けて積層したロータのトルクが高くなることを確認した。この原因については以下のように考えられる。

【0008】モータトルクを表す式は

は直接関係しない。本発明では d 軸、 q 軸インダクタンスをロータの鉄心材料とその積み方によって変え、 L_q/L_d 比を最大にするため一方向性電磁鋼板を用い、さらに q 軸に磁化容易方向そろえることで L_q を上げ、 d 軸は相対的に低い値になるようにし、 L_q/L_d 比を大

きくした。これによって式(式1)によるトルクが増大したものと考えている。実際、モータの突極比(Lq/Ld)を測定したところ、この試作ロータでは7以上になり、大きなリラクタンストルクが得られた。

【0009】次に本発明の限定理由について述べる。ロータの低磁気抵抗方向(q 軸)と平行になるよう、互い違いに一方方向性電磁鋼板を積層した理由は、 Lq の値をさらに大きくし(Lq/Ld)比を上げるためである。また、 q 軸はロータにおいて2 n 極の場合は n 本存在する。したがって、一方方向性電磁鋼板を均等に廻し積みする理由は、全ての q 軸に磁化容易方向が均等に向くようにするためである。

【0010】ロータ本体の隣接する永久磁石間の、永久磁石非配置部のロータ外縁のステータとのギャップを小さくして形成した段付きギャップ構造とする理由は、ロータの隣接する永久磁石の間の、永久磁石配置部のロータ外縁とステータとのギャップを大きくし、ロータの隣接する永久磁石の間の永久磁石非配置部のロータ外縁とステータとのギャップを小さくして形成した段付きギャップ構造により、各永久磁石の周りの q 軸磁力線が収束され整流されるからである。以下実験に基づき説明する。

【0011】

【実施例】【実施例1】本発明の実施例を示す。図1に積層されたロータ本体1が示されている。ロータ本体1には円周方向に等間隔に4個の矩形の切り欠き2が形成され、この切り欠き内に4個の永久磁石3が埋め込まれている。これらの永久磁石3は隣り合ったものが反対の磁極を持つように埋め込まれている。永久磁石の数は4個以外でもよいが、上記のように隣り合ったものが反対の磁極を持つようにするために偶数であることが必要である。

【0012】そして、このロータ本体1は互いに直交する2つの q 軸方向に平行に一方方向性電磁鋼板の圧延方向が均等に向くように積層されている。第1の実施例は上記のように構成されるので、 q 軸方向の透磁率 Lq が向上し、 d 軸方向の透磁率 Ld が減少し、よって Lq/Ld

d の比が増大して大きなトルクを得ることができる。

【0013】【実施例2】図2は実施例2の構造を示すものであって、実施例1の形態をやや変更したものであるが、ロータの円周方向に等間隔に8個の矩形の切り欠き2が形成され、この切り欠き内に8個の永久磁石3が埋め込まれている。これらの永久磁石3は隣り合っているものが反対の磁極を持つように埋め込まれている。実施例1と同様にここでは4つの q 軸方向に平行に一方方向性電磁鋼板の圧延方向が均等に向くように積層されている。第2の実施例においても、 q 軸方向の透磁率 Lq が向上し、 d 軸方向の透磁率 Ld が減少し、よって Lq/Ld の比が増大して大きなトルクを得ることができる。

【0014】【実施例3】図3は実施例3の構造を示すものであって、実施例1、2の形態をやや変更したもので、請求項2を実現するものである。ステータ4とロータ1間に段差5を形成したことにより q 軸方向の透磁率 Lq が向上し、逆に切り欠きを形成したことで d 軸方向の透磁率 Ld が減少し、よって Lq/Ld の比が増大して大きなトルクを得ることができる。さらに、このロータ本体は8つの q 軸方向に平行に一方方向性電磁鋼板の圧延方向が向くように積層され、 q 軸方向の透磁率 Lq が向上し、 d 軸方向の透磁率 Ld が減少し、よって Lq/Ld の比が増大して大きなトルクを得ることができる。

【0015】

【発明の効果】各請求項に記載の発明によれば、ロータ本体に永久磁石を埋め込むタイプのロータが提供されるが、ロータの低磁気抵抗方向(q 軸)と平行になるよう、均等に一方方向性電磁鋼板を積層することでトルクが増大する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のロータ構造示す図である。

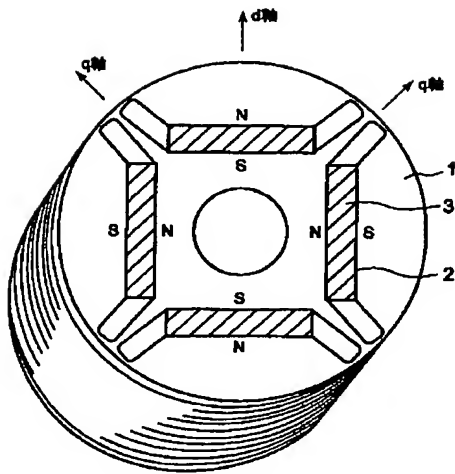
【図2】本発明の実施例2のロータ構造示す図である。

【図3】本発明の実施例3のロータ構造示す図である。

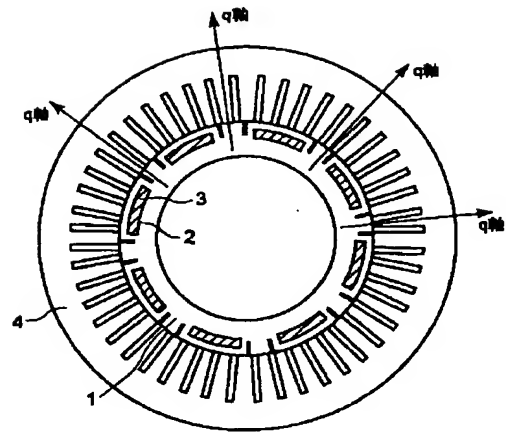
【符号の説明】

1	ロータ本体	2	切り欠き
3	永久磁石	4	ステータ
5	段部		

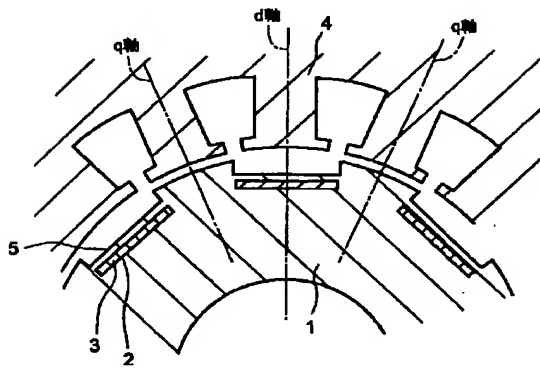
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 開道 力
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(72)発明者 飯本 政男
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

F ターム(参考) 5E062 AA06 AC01
5H002 AA01 AA09 AB08 AC06 AE07
5H622 AA03 CA02 CA05 CA10 CA11
CB05 PP11 PP19